

Variación estacional de la composición bioquímica y del índice de condición de la ostra plana *Ostrea edulis* L., del Mar Menor (Murcia, SE España)

Seasonal variations in condition indexes and chemical composition of the body in the european flat oyster (*Ostrea edulis* L.) in the Mar Menor (Murcia, Southeastern Spain)

María José ROSIQUE*, Juana CANO** y José ROCAMORA***

RESUMEN

Durante 1990 se recolectaron mensualmente ostras planas (*Ostrea edulis* L.) del banco natural del Mar Menor, laguna costera de Murcia en el sureste de España. Las variaciones estacionales de los estados sexuales, índices de condición y composición bioquímica (glucógeno, lípidos, y proteínas) en el animal completo menos las valvas y en dos partes del cuerpo (fracción G: gónada/masa visceral y fracción M: músculo/ branquias/manto) fueron estudiadas en ejemplares superiores a 60 mm. Aunque las ostras con gametos están presentes todo el año, la puesta tiene lugar de febrero a mayo. Los mayores índices de condición se encuentran de enero a marzo, y existe una estrecha correlación ($0,01 > P > 0,001$) entre éstos y los parámetros ambientales (temperatura, materia en suspensión y clorofila). La composición bioquímica varía en función de los estados sexuales, estado 0 (indeterminado) y estado 3 (gametogénesis avanzada). Los lípidos predominan en el estado 0, mientras el glucógeno lo hace en el estado 3. Las proteínas se mantiene constantes para los dos estados sexuales. Los mayores valores de glucógeno y lípidos se encuentran en la fracción G y de proteínas en la fracción M.

ABSTRACT

European flat oysters (*Ostrea edulis* L.) were collected monthly from the natural population in the Mar Menor, a coastal lagoon in Murcia in southeastern Spain, during 1990. Seasonal variations in sexual maturity stage, condition indexes, and biochemical composition (glycogen, lipids, and proteins) in the whole animal minus the valves and in two body portions gonads/visceral mass (body portion G) and muscle/gills (body portion M) were studied in specimens larger than 60 mm. Although specimens with morulae were present nearly all year round, spawning took place from February to May. The highest condition index values were recorded from January to March; the condition indices were closely correlated ($0.01 > P > 0.001$) with environmental parameters (temperature, suspended matter, and chlorophyll). The biochemical composition varied depending upon the sexual maturity stage, stage 0 (indeterminated) and stage 3 (gametogenesis). Lipids predominated in stage 0, whereas glycogen predominated in stage 3. Proteins were constant in both sexual stages. Glycogen and lipids predominated in body portion G and proteins in body portion M.

PALABRAS CLAVE: *Ostrea edulis*, composición corporal, índice de condición, laguna, Mar Menor, España.
KEY WORDS: *Ostrea edulis*, body composition, condition index, lagoon, Mar Menor, Spain.

* Apdo. 113, 30730 San Javier (Murcia), España.

** Centro Oceanográfico de La Coruña, I. E. O., Apdo. 130, 15080 La Coruña, España.

***Centro Oceanográfico de Murcia, I. E. O., Apdo. 22, 30740 San Pedro del Pinatar (Murcia), España.

INTRODUCCIÓN

El Mar Menor es una laguna litoral hipersalina (42-47‰) situada en el suroeste ibérico (37° 38' N y 0° 43' O), con una superficie de 133 km² y un volumen de 580 millones de m³. Su profundidad máxima es de 7 m, y comunica con el mar Mediterráneo a través de 4 golas (Figura 1). En esta laguna aparece en 1975 un banco de ostras cuya población es estimada en más de 100 millones de individuos (GARCÍA GARCÍA, PÉREZ CAMACHO, ABELLÁN MARTÍNEZ Y GARCÍA ALCÁZAR, 1989; CANO, ROCAMORA, ROSIQUE Y GARCÍA GARCÍA, 1991; ROSIQUE, GARCÍA GARCÍA, CANO Y ROCAMORA, 1991). A pesar de su importancia, este banco no es explotado, debido al aspecto poco atractivo de las ostras de talla comercial que viven sobre el fondo fangoso de la laguna, pero crea expectativas interesantes como productor de semilla de ostra plana (*Ostrea edulis* L.) para engordar en diferentes partes del litoral español, ya que a pesar de ser la más cotizada en el mercado europeo su producción ha disminuido drásticamente por la sobreexplotación de sus bancos tradicionales y las epidemias producidas por los protozoos *Bonamia ostreae* y *Martelia refringens*.

Numerosos autores han demostrado que la variación de la composición bioquímica de los moluscos depende de algunos parámetros ambientales como temperatura y alimento disponible y de otros factores como ciclo reproductivo (LUBET, 1976; GABBOTT, 1983; RUIZ, MARTÍNEZ, MOSQUERA, ABAD Y SÁNCHEZ, 1992).

En el Mar Menor, a pesar de haber sido estudiado, el ciclo reproductor de la ostra plana (*Ostrea edulis* L.) así como las variaciones de los índices de condición (ABELLÁN MARTÍNEZ, GARCÍA ALCÁZAR, PÉREZ CAMACHO Y GARCÍA GARCÍA, 1989; GARCÍA GARCÍA, VIZUETE, MARTÍNEZ BAÑO, BERMÚDEZ Y FARACO, 1990) no se ha establecido nunca una relación entre estos fenómenos y la composición bioquímica de los progenitores. Esta debería reflejar lógicamente la evolución de la actividad fisiológica de los parentales a lo largo de los ciclos anuales.

Este estudio describe el ciclo reproductivo de *Ostrea edulis* en el Mar Menor y las influencias que temperatura y alimento disponible tienen sobre él, además de determinar los cambios bioquímicos asociados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el año 1990, recolectamos mensualmente 60 ostras, de más de 60 mm, del banco natural del Mar Menor, separándolas en dos lotes. El primero ha sido utilizado para determinar el índice de condición y el segundo para los análisis bioquímicos de la composición corporal.

El estado de madurez sexual de cada ostra se determina mediante observación microscópica de un frotis de gónada, aunque está no es la técnica más adecuada ya que no se determina claramente el sexo de cada individuo y no es posible observar el estado de maduración de la siguiente fase (ROMÁN, 1992). En la Tabla I describimos los estados sexuales según la escala propuesta por MARTEIL (1976) y modificada por GARCÍA ET AL. (1990).

Una vez clasificados por estado sexual, la carne que va a ser utilizada para la determinación del contenido en proteínas, glucógeno y lípidos totales es separada individualmente en dos fracciones:

- fracción G: gónada y masa visceral
- fracción M: manto, branquias y músculo abductor.

Estas fracciones una vez pesadas, liofilizadas, y trituradas con un molino de bolas son analizadas con las técnicas siguientes:

- Proteínas: método Kjeldahl (BRADSTREET, 1965), con sulfato potásico (K₂SO₄), sulfato cúprico (CuSO₄) y selenio como mezcla catalizadora. El factor de conversión de nitrógeno en proteína es de 6,25.

- Lípidos totales: método Soxhlet (FOLCH, LEES Y SLOANE-STANLEY, 1957), extracción con éter dietílico en un Soxtec-System HT (Tecator).

- Glucógeno: método de VELDHUIJZEN Y DOGTERUM (1975), modificado por CRESPO Y ESPINOSA (1990). El glucógeno,

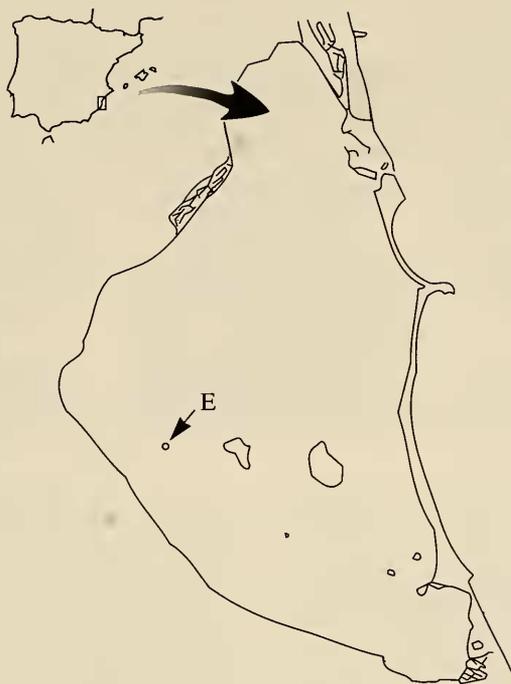


Figura 1. Situación geográfica y mapa del Mar Menor (E = estación de muestreo).
 Figure 1. Geographical location and map of the Mar Menor (E = sampling station).

hidrolizado en glucosa con amiloglucosidasa, es evaluado por el método de glucosa-oxidasa con un "kit" comercializado como *Glucinet*.

Los resultados expresados en porcentajes del peso de la sustancia liofilizada (% SL), son referidos a cada fracción y sobre el total de la carne con la fórmula siguiente:

$$Y_T = \frac{Y_G \times G (\%)}{100} + \frac{Y_M \times M (\%)}{100}$$

donde:

- Y_T, G, M : porcentaje de la componente analizada en el animal entero, y en la fracción G y M, respectivamente.
- G (%): porcentaje de la fracción G en peso total de la carne.
- M (%): porcentaje de la fracción M en peso total de la carne.

Hemos calculado los siguientes índices de condición:

$$IC1 = \frac{P_{fc}}{P_t} \times 100 \text{ (ANSELL, LOOSMORE, LANDER, 1964)}$$

$$IC2 = \frac{P_{sc}}{P_t} \times 100 \text{ (ANDREU, 1968)}$$

$$IC3 = \frac{P_{fc}}{P_v} \times 100 \text{ (NOGUEIRA, 1981)}$$

$$IC4 = \frac{P_{sc}}{P_v} \times 100 \text{ (WALNE Y MANN, 1975)}$$

$$I. \text{ Sólidos} = \frac{P_{sc}}{P_{fc}} \times 100 \text{ (ENGLE, 1950; SHAW, 1961)}$$

- P_t : Peso total
- P_v : Peso seco de las valvas, 24 h a temperatura ambiente.
- P_{fc} : Peso fresco de la carne, se abre la ostra y se separa toda la carne dejándola escurrir sobre papel de filtro, unas 2 h.
- P_{sc} : Peso seco de la carne, 24 h en estufa a 105°C, hasta peso constante.

Tabla I. Escala de madurez sexual.
 Table I. Sexual maturity scale.

Estado		Aspecto de la gónada	Frotis
0-1-5	Indeterminado	Reposo sexual. Gónada vacía	Sin gametos
2	Comienzo de la gametogénesis	Gónada visible a través del tegumento	Mórulas de esperma inmaduras
3	Gametogénesis avanzada	Gónada hipertrofiada Tegumento color blanco que envuelve la masa visceral	Gametos muy abundantes en diferentes fases de maduración
4 a,b	Puesta	Cavidad paleal ocupada por una masa blanca lechosa que vira a gris oscuro	Hembras con embriones en incubación

Los pesos, en gramos, fueron tomados con una balanza electrónica (de $\pm 0,01$ g).

En el mismo lugar de muestreo de las ostras, a una profundidad de 5m, se toma la temperatura (T) con una multi-sonda Horiba U7, y con una botella Niskin se recogen 3 litros de agua para la determinación de la clorofila a (método SCOR/UNESCO, 1996) y un litro para medir la materia en suspensión (norma AFNOR, 1972). Estos dos últimos parámetros son medidos quincenalmente.

Para establecer la relación entre índices de condición, composición corporal y parámetros ambientales se ha utilizado el análisis de correlación de Pearson. Solamente se han analizado los estados 0 y 3 por ser los que se presentan durante todo el año.

RESULTADOS

La temperatura (Figura 2) es mínima en el mes de enero (11°C) ascendiendo hasta el máximo en julio-agosto (28°C) y comenzando el descenso a partir de septiembre. La materia en suspensión no presenta grandes fluctuaciones a lo largo del año, con valores que oscilan entre 7 y 11 mg·l⁻¹, presentando los valores mínimos de febrero a mayo coincidiendo con los mínimos de clorofila a. Las clorofilas presentan dos picos en sus concentraciones a lo largo del

año, pero tienden a ser máximas en verano, aunque estas concentraciones nunca superan 1,2 g·m⁻³.

Los cuatro índices de condición utilizados evolucionan a lo largo del año de forma similar por lo que solo representamos IC2 para los cuatro estados sexuales (Figura 2). El comportamiento del índice de condición es parecido para los cuatro estados sexuales, en aquellas épocas en que todos están presentes. Los mejores índices se obtienen entre enero y abril, con máximo en marzo, disminuyendo hasta un mínimo en agosto-septiembre coincidiendo con el máximo de la temperatura (28°C). En octubre, cuando ésta empieza a bajar los índices inician la subida.

En la Tabla II están representadas las relaciones entre índices de condición y parámetros ambientales. La matriz de correlación de Pearson muestra una estrecha relación entre los índices de condición para los estados 0 y 3 y los parámetros ambientales. Observamos unas correlaciones negativas muy altas con la temperatura y la clorofila a ($0,01 > P > 0,001$) y algo menor con la materia en suspensión ($0,05 > P > 0,01$).

La Figura 3 representa la variación anual de los estados sexuales de la población analizada, podemos observar que las ostras portadoras de gametos (estado 3) dominan claramente desde octubre a mayo. A partir de 25°C (principios de junio) la proporción de individuos portadores de gametos disminuye hasta

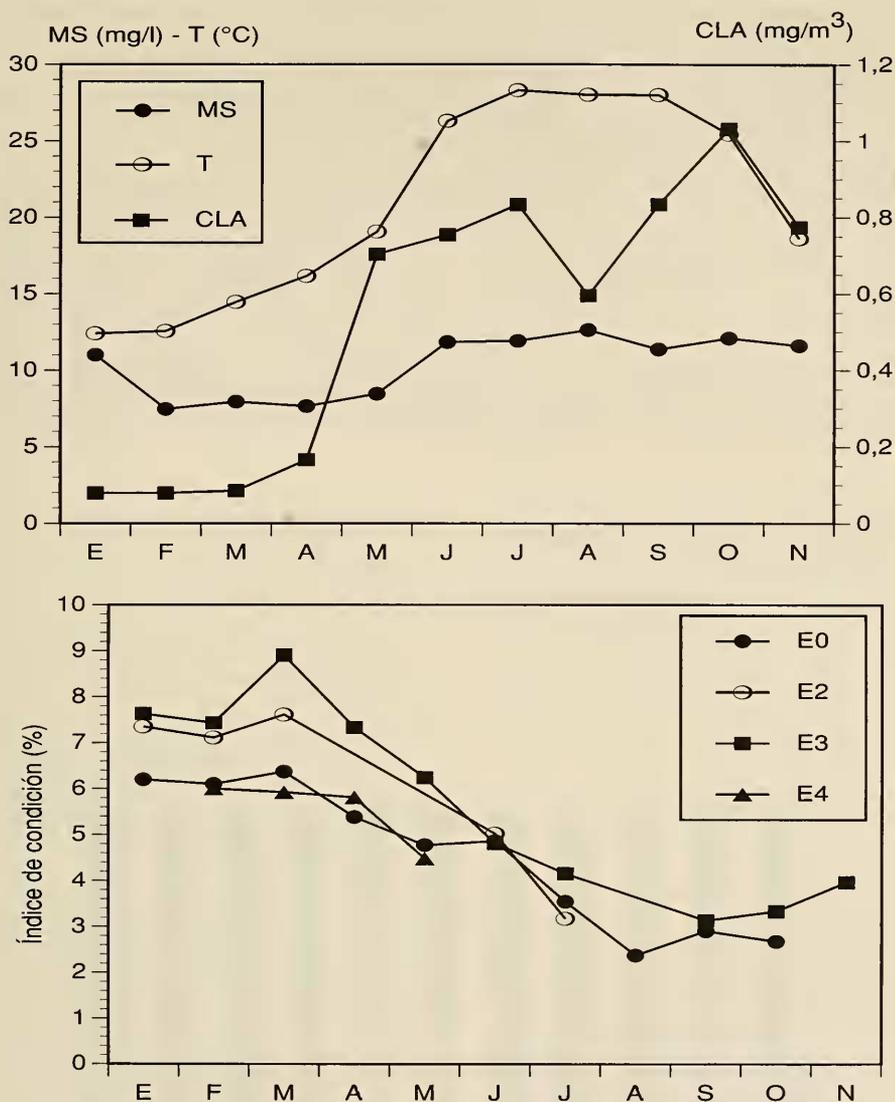


Figura 2. Evolución anual de los parámetros ambientales (MS = materia en suspensión; T = temperatura; CLA = clorofila a) y del índice de condición 2 (IC) para los estados sexuales 0, 2, 3 y 4. *Figure 2. Annual variations in environmental parameters (MS = suspended matter; T = temperature; CLA = chlorophyll a) and condition index 2 (IC) by sexual maturity stages 0, 2, 3 and 4.*

desaparecer totalmente durante el mes de agosto (28°C), coincidiendo con una presencia absoluta de ostras inmaduras (estado 0). Las hembras incubando embriones (estado 4) están presentes desde el mes de febrero hasta el mes de mayo.

La composición bioquímica es analizada, únicamente, en los estados sexuales 0 y 3 pues son los únicos que aparecen durante todo el año. La Figura 4 representan las variaciones anuales del glucógeno, de los lípidos y de las proteínas

Tabla II. Matriz de correlación de Pearson para los parámetros ambientales (T = temperatura; CLA = clorofila a; MS = materia en suspensión) y diferentes medidas de los estados sexuales 0 y 3 (IC = índice de condición; GLU = glucógeno; LIP = lípidos; PROT = proteínas).

Table II. Pearson correlation coefficients for environmental parameters (T = temperature; CLA = chlorophyll a; MS = suspended matter) and different oyster measurements in sexual maturity stages 0 and 3 (IC = condition index; GLU = glycogen; LIP = lipids; PROT = proteins).

	CLA	MS	IC0	GLU0	LIP0	PROT0	IC3	GLU3	LIP3	PROT3
T	,9163**	,7343*	-,9031**	-,8327*	N.S.	-,7937*	-,9446**	N.S.	N.S.	N.S.
CLA		,7700*	-,8609**	-,7899*	N.S.	N.S.	-,9222**	N.S.	N.S.	N.S.
MS			-,7473*	-,7625*	-,7793*	-,7159*	-,7581*	N.S.	N.S.	N.S.
IC0				,9466***	N.S.	N.S.				
IC3								N.S.	N.S.	N.S.

Nivel de significación: N.S.= no significativo 0,05>P>0,01* 0,01>P>0,001** P<0,001***

para los estados 0 y 3 en el animal entero, excepto las valvas, y la Tabla III sus valores medios así como los valores extremos y las desviaciones estándar, conseguidos a lo largo del año. Para el estado 0 se observan las mayores concentraciones de glucógeno en el mes de marzo (10,15%

SL), después, disminuyen hasta un mínimo (4,02% SL) en el mes de agosto con temperaturas de 28°C. Los lípidos aumentan considerablemente hasta el mes de abril (12,4% SL) para disminuir posteriormente. Las proteínas también alcanzan su máximo en abril (56,9% SL). Para

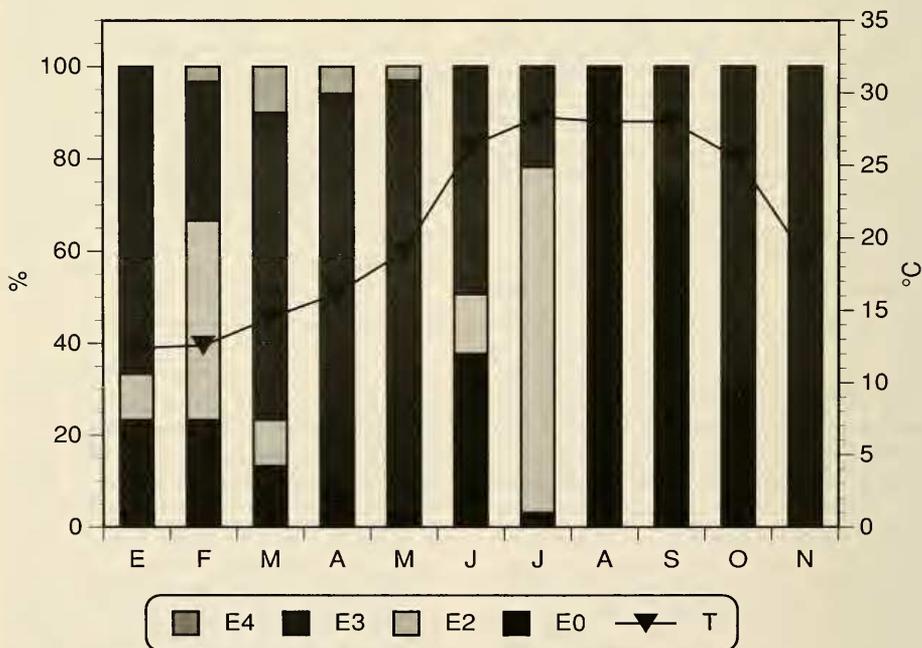


Figura 3. Variación anual de los estados sexuales 0, 2, 3 y 4, y de la temperatura (T).
Figure 3. Seasonal changes in sexual maturity stage 0, 2, 3 and 4, and temperature (T).

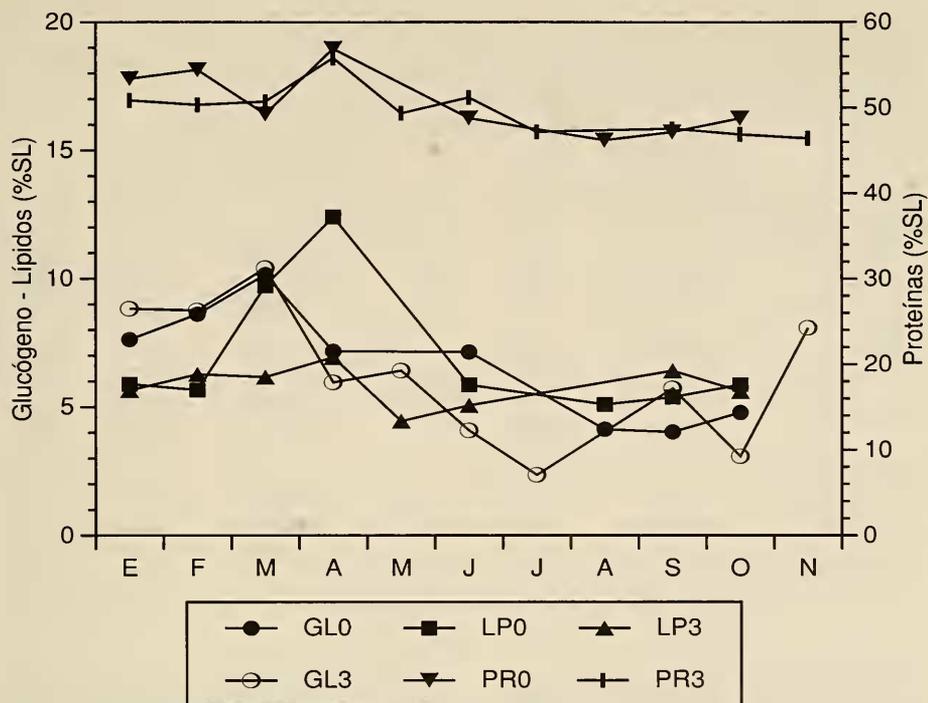


Figura 4. Variación anual del glucógeno (GL), de los lípidos (LP), y de las proteínas (PR) para los estados sexuales 0 y 3.

Figure 4. Annual variations in glycogen (GL), lipids (LP), and proteins (PR) in the whole animals minus valves in sexual maturity stages 0 and 3.

el estado 3, el glucógeno varía entre su valor máximo en el mes de marzo (10,7% SL) y el mínimo del mes de julio (2,35% SL). Los lípidos se mantienen prácticamente constantes a lo largo de todo el año (4,44-6,93% SL). Las proteínas totales, al igual que en el estado 0, alcanzan un valor máximo en abril (55,82% SL) y disminuyen conforme se acerca el verano.

La Tabla II muestra las correlaciones entre los componentes bioquímicos y los parámetros ambientales. En el estado 0, el glucógeno está correlacionado con la temperatura y las concentraciones de materia en suspensión y de clorofila a ($0,05 > P > 0,01$), existiendo un alto nivel de significación entre este y el índice de condición ($P < 0,001$), los lípidos solo se correlacionan con la materia en suspensión ($0,05 > P > 0,01$), y las proteínas con temperatura y materia en suspensión

($0,05 > P > 0,01$). En el estado 3 no existe correlación entre los factores ambientales y las componentes corporales.

En la Tabla III están representados los valores medios así como los valores extremos y las desviaciones estándar, conseguidos a lo largo del año para las dos fracciones G y M en los estados 0 y 3. El análisis por fracciones, como sugiere GIESE (1969), permite apreciar como en la fracción G se presentan las principales variaciones de los componentes bioquímicos. El glucógeno y los lípidos, más abundantes en la fracción G, son los que más varían. Las concentraciones de glucógeno presentan un máximo en febrero (estado 0) y otro en marzo (estado 3) como primer almacén de reserva, siendo sustituido por los lípidos, con valor máximo en abril para ambos estados, como reservas de mayor valor energético

Tabla III. Porcentajes medios de glucógeno, lípidos y proteínas en estados 0 y 3 para el animal entero, la fracción 1 (G) y la fracción 2 (M) del cuerpo.

Table III. Mean glycogen, lipid, and protein values in sexual maturity stages 0 and 3 in the whole animals minus valves, body portion 1 (G), and body portion 2 (M).

	ESTADO 0			ESTADO 3		
	Rango (%SL)	Media	S.D.	Rango (%SL)	Media	S.D.
ANIMAL ENTERO						
Glucógeno	4,02-10,15	6,70	2,21	2,35-10,40	6,62	2,69
Lípidos	5,10-12,40	6,98	2,63	4,44-6,93	5,82	0,80
Proteínas	46,19-56,90	50,60	3,82	46,42-55,82	49,62	2,84
FRACCIÓN 1 (G) (gónada-masa visceral)						
Glucógeno	3,08-13,48	7,16	4,05	2,48-14,8	8,57	4,97
Lípidos	7,09-14,87	9,85	2,69	6,26-10,51	8,52	1,43
Proteínas	29,02-45,87	36,95	5,14	30,06-45,02	37,95	4,62
FRACCIÓN 2 (M) (músculo - branquias - manto)						
Glucógeno	3,97-8,11	6,31	1,52	1,85-7,16	5,45	1,77
Lípidos	3,41-11,01	5,38	2,56	2,79-5,51	4,12	0,99
Proteínas	50,9-63,12	58,19	4,38	53,13-63,8	56,51	3,24

a la vez que descienden las concentraciones de glucógeno. La fracción M es más estable pues está constituida esencialmente por fibras musculares de tipo proteínico (50%-70%).

En la Tabla IV figuran las relaciones entre los parámetros ambientales, los índices de condición y los componentes bioquímicos para las fracciones G y M. En el estado 0, el glucógeno y los lípidos de la fracción G están correlacionados con la temperatura, materia en suspensión y clorofila a, mientras que las proteínas (en ambas fracciones G y M) lo están con la temperatura y la materia en suspensión. En el estado 3, solamente en la fracción G existe correlación del glucógeno con la temperatura y la materia en suspensión y entre las proteínas y la materia en suspensión. En todos los casos el nivel de significación no es alto ($0,05 > P > 0,01$). No existe ninguna correlación de los componentes bioquímicos entre sí.

DISCUSIÓN

Diversos estudios sobre moluscos bivalvos revelan que la estrategia reproductora esta condicionada por el medio

ambiente donde habitan, que a su vez producen variaciones en el peso de los ejemplares (índice de condición) y en la composición bioquímica (BAYNE Y NEWELL, 1983; SONIAT Y RAY, 1985; COSTA MUÑIZ, ABDALLA JACOB Y HELM, 1986; ACOSTA, HERRERO, GUERRA, FABREGAS Y MONTES, 1987; WHYTE, ENGLAR Y CARSWELL, 1990).

Los cambios en la composición bioquímica de la ostra están asociados con cambios en los ciclos anuales de engorde, almacenamiento y reproducción, y estos a su vez están influenciados por la actuación del medio ambiente, principalmente temperatura, en las actividades metabólicas y por la cantidad y calidad del alimento disponible (BAYNE Y NEWELL, 1983; SONIAT Y RAY, 1985; WHYTE ET AL., 1990). Cambios en la abundancia y orden de las reservas utilizadas han sido también observados en vieiras y almejas cuando el alimento estaba limitado por las condiciones hidrográficas estacionales (TAYLOR Y VENN, 1979; BENINGER Y LUCAS, 1984).

Los estudios realizados sobre las componentes bioquímicas en los moluscos bivalvos y sus interacciones aportan resultados diferentes, hasta contradicto-

Tabla IV. Matriz de correlación de Pearson de parámetros ambientales (T = temperatura; CLA = clorofila a; MS = materia en suspensión), índices de condición (IC0 e IC3) y componentes bioquímicos (glucógeno, lípidos y proteínas) para las fracciones 1 (G) y 2 (M) de los estados sexuales 0 y 3.

Table IV. Pearson correlation coefficients for environmental parameters (T = temperature; CLA = chlorophyll a; MS = suspended matter), condition index values (IC0 and IC3), and biochemical components (glycogen, lipids, and proteins) in body portion 1 (G) and body portion 2 (M).

	Fracción 1 (G)			Fracción 2 (M)		
	Glucógeno	Lípidos	Proteínas	Glucógeno	Lípidos	Proteínas
ESTADO 0						
T	-,7782*	-,7566*	N.S.	N.S.	N.S.	-,8320*
CLA	-,7935*	-,7335*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
MS	-,7879*	-,8862**	-,7590*	N.S.	N.S.	-,7157*
IC0	,8130*	N.S.	N.S.	,8365**	N.S.	N.S.
ESTADO 3						
T	-,8354*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
CLA	-,8405*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
MS	N.S.	N.S.	-,8616*	N.S.	N.S.	N.S.
IC3	,8405*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Nivel de significación: N.S.= no significativo 0,05>P>0,01* 0,01>P>0,001** P<0,001***

rios. En general, el glucógeno ha sido considerado como la mayor fuente de energía en los bivalvos que será utilizada para la formación de productos sexuales alcanzando sus mayores concentraciones al inicio de la gametogénesis, y los niveles mínimos en el momento de la puesta (HOLLAND Y SPENCER, 1973; HOLLAND Y HANNAT, 1974; BARBER Y BLAKE, 1981). De las cantidades de lípidos que se encuentran en el organismo una parte son lípidos estructurales y los restantes son utilizados principalmente en la gametogénesis y puesta (GABBOTT, 1983), pero también se ha pensado que sirven para suministrar energía durante el crecimiento invernal cuando las reservas de carbohidratos se agotan (BEUKEMA Y DE BRUIN, 1979). De igual forma las proteínas somáticas han sido identificadas como la mayor o más importante fuente de energía durante la maduración gonadal (MANN Y GLOMB, 1978; ADACHI, 1979; BARBER Y BLAKE, 1981), aunque a veces puedan ser utilizadas como fuente energética durante aquellos períodos en que exista limitación de alimento y reducción de los niveles de carbohidratos

(GABBOTT Y BAYNE, 1973; BENINGER Y LUCAS, 1984).

En la mayoría de los trabajos publicados, los análisis de la composición bioquímica se hacen a partir de ejemplares que no han sido clasificados previamente en función de su madurez sexual ni separando las fracciones de cada ejemplar (LEONARD, 1969; HOLLAND Y SPENCER, 1973; HOLLAND Y HANNAT, 1974; ACOSTA ET AL., 1987; RUIZ ET AL., 1992), lo que puede ocultar posibles diferencias en sus variaciones como sugiere GIESE (1969). En nuestro caso, el análisis separado de ejemplares por estado sexual ha revelado diferencias fundamentales en las concentraciones de lípidos y glucógeno, tanto en el conjunto de la carne como en las dos fracciones G y M (Figura 5). Por fracciones, la fracción gónada (G) es rica en lípidos y glucógeno, mientras que la fracción músculo (M) es rica en proteínas. En la fracción G, las concentraciones de lípidos y glucógeno comienzan a incrementarse durante el invierno, para alcanzar el máximo en primavera, coincidiendo el mínimo de glucógeno con el final de la época de puesta en verano, pero en

otoño este es rápidamente recuperado; las proteínas disminuyen en invierno, incrementándose continuamente durante la primavera, coincidiendo con el período de madurez sexual de las gónadas, durante la pospuesta el contenido disminuye. En la fracción músculo, los lípidos y el glucógeno presentan niveles más bajos con un valor mínimo en verano que se incrementa durante el otoño y el invierno, con máximo en primavera; las proteínas se incrementan en la pospuesta. Un comportamiento muy similar ha sido encontrado por FERNÁNDEZ CASTRO Y VIDO DE MATTIO (1987) para *Ostrea puelchana*, en una laguna litoral salina de Argentina, donde analizaron tres fracciones (gónada + estómago, músculo y resto).

La separación de las ostras por estados sexuales nos ofrece los siguientes datos: las ostras en estado 3 presentan el mínimo de las concentraciones de glucógeno coincidiendo con el final de la época de puesta (junio-julio), probablemente debido a la utilización de éste para la síntesis de productos sexuales (HOLLAND Y SPENCER, 1973; HOLLAND Y HANNAT, 1974), para comenzar a recuperarse en septiembre coincidiendo con una subida de la concentración de clorofila en el medio. Los bajos niveles de lípidos encontradas en las ostras sexualmente desarrolladas, y las mayores concentraciones lipídicas de los individuos en estado de reposo sexual nos hacen pensar que los lípidos intervienen en el desarrollo del ciclo reproductor, por lo que podemos considerar que se produce el ciclo lípidos-glucógeno observado en la mayoría de los moluscos bivalvos (GABBOTT, 1976). Los análisis de correlación realizados entre los componentes corporales no dan correlaciones significativas, aunque en otros casos estas existán. WALNE (1970) realizó una revisión bibliográfica sobre la ostra plana (*Ostrea edulis* L.) encontrando correlaciones positivas, negativas o inexistentes entre glucógeno y lípidos. En Galicia para *Ostrea edulis*, ACOSTA ET AL. (1987) y RUIZ ET AL. (1992) estudiando el animal completo sin separar por estados sexuales, encuentran que los lípidos y carbohi-

dratos tienden a variar de un modo paralelo, presentando un mínimo que esta asociado con la primera fase de gametogénesis en el invierno, comenzando a incrementarse de manera paralela al desarrollo gametogénico y un período de abundancia máxima de fitoplancton, teniendo un pico en el momento de la madurez (mayo-junio), produciendo una caída de los componentes bioquímicos con la puesta y no originándose el ciclo lípidos-glucógeno anteriormente indicado. Podemos observar que el comportamiento de la ostra en el Mar Menor es muy diferente al comportamiento en Galicia, quizás debido a la falta de una concentración importante de fitoplancton en el agua durante la época de producción de gametos y puesta por lo que ha de utilizar sus reservas.

Las ostras presentan unos comportamientos reproductivos distintos en diferentes partes del mundo, para algunos autores el inicio de la gametogénesis está relacionada con la temperatura y la puesta con la explosión de fitoplancton y la temperatura (MARTEIL, 1976; SASTRY, 1975; WILSON Y SIMONS, 1985; KORRINGA, 1976), para otros esta ligado a la acumulación de reservas (MARTÍNEZ, MOSQUERA, RUIZ, SÁNCHEZ Y ABAD, 1990), existiendo una temperatura específica mínima a partir de la cual puede tener lugar la puesta (PERDUE Y ERIKSON, 1984; WILSON Y SIMONS, 1985; SONIAT Y RAY, 1985; SPHIGEL, 1989; WHYTE ET AL., 1990; RUIZ ET AL., 1992).

WILSON Y SIMONS (1985) en Irlanda describieron la temperatura para la cual no existe desarrollo sexual, esta es de 7°C, en el Mar Menor la temperatura mínima de 11°C no interrumpe la gametogénesis ya que ostras con gametos maduros en diferentes fases de desarrollo están presentes durante todo el año excepto en agosto cuando las temperaturas alcanzan su máximo valor (28°C) y solo aparecen ejemplares inmaturos. Esto mismo lo encuentra LEONARD (1969) en Tomales Bay (California, USA), LUBET (1976) en las costas atlánticas francesas, SPHIGEL (1989) en Israel, ACOSTA ET AL. (1987) Y RUIZ ET AL. (1992) en las costas gallegas.

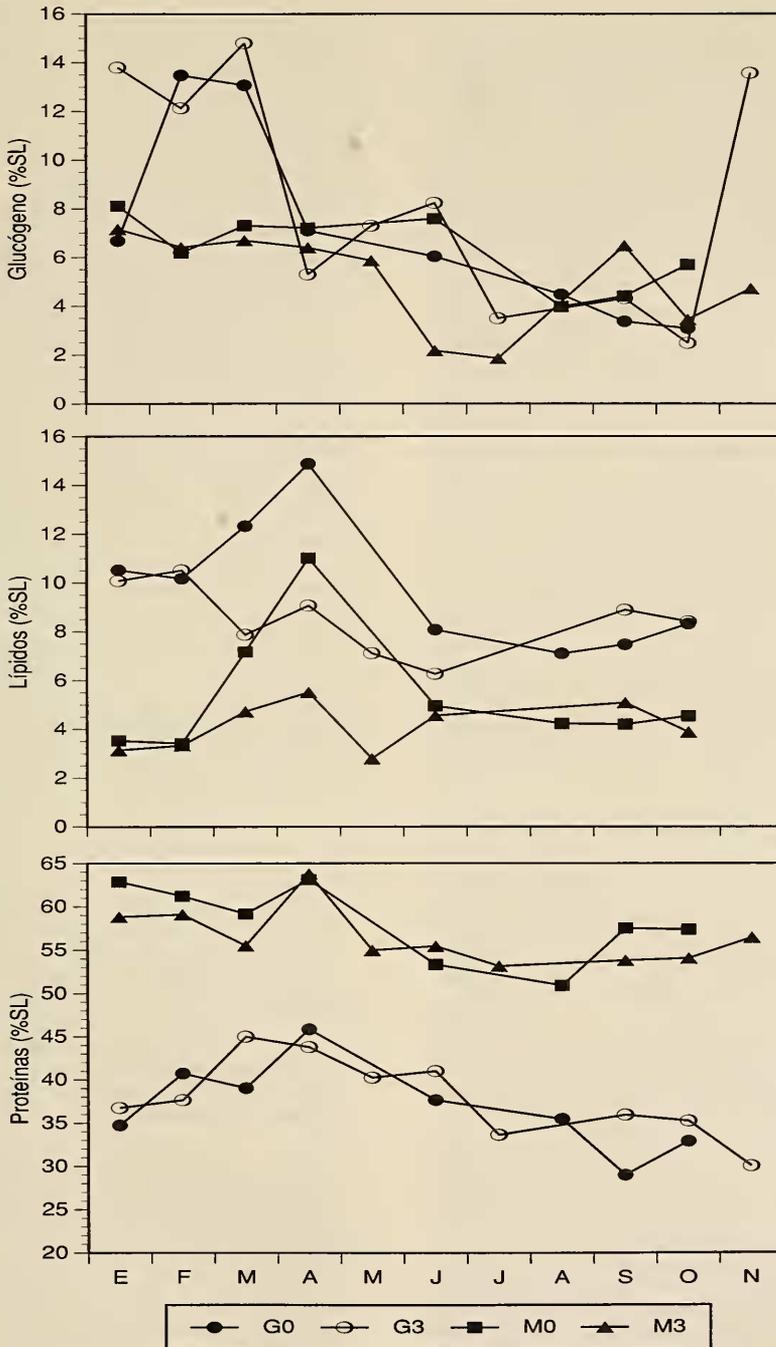


Figura 5. Variación anual del glucógeno, de los lípidos y de las proteínas de las fracciones G y M para los estados sexuales 0 y 3.

Figure 5. Seasonal variations in glycogen, lipids, and proteins in body portion G and body portion M in sexual maturity stage 0 and 3.

Al igual que la gametogénesis, la puesta de la ostra plana tiene un comportamiento diferente en cada lugar. WILSON Y SIMONS (1985) en Irlanda encuentran ostras incubando desde junio a agosto-septiembre, teniendo lugar la puesta a diferentes temperaturas según la localidad y el año (en Ballinakill Harbour a 13,9°C en 1977 y 12,8°C en 1978 y en Kilkieran Bay a 12,4°C en 1979). LEONARD (1969), en Tomales Bay (California), encuentra que la gametogénesis comienza en noviembre y continua hasta abril o principios de mayo, empezando al maduración de gametos sobre los 15°C y teniendo lugar la puesta en junio. En Israel (SPHIGEL, 1989) la puesta ocurre en invierno, comenzando la liberación de larvas en febrero, teniendo un pico en abril con temperaturas de 18-22°C, estabilizándose en mayo y decreciendo en junio-julio, y la fase de reposo en verano. En San Cibrán (Galicia), RUIZ ET AL. (1992) encuentran que los máximos índices de condición se presentan en septiembre-octubre y mayo y los mínimos en enero-febrero, la puesta tiene lugar de mayo a junio y las mayores

concentraciones de clorofila a coinciden con las larvas planctónicas.

Para la ostra plana (*Ostrea edulis* L.) del Mar Menor, la fase de engorde, crecimiento y gametogénesis esta caracterizada por altos índices de condición, incrementos del peso seco de los tejidos y altos niveles de carbohidratos. Esta fase ocurre durante los meses fríos del año como preludio a la puesta. Cuando los productos sexuales son expulsados con la puesta, el índice de condición decrece, y el glucógeno y los lípidos caen. Los índices más bajos los presenta el estado de reposo (Estado 0).

Los índices de condición más altos se encuentran de enero-abril a una temperatura de 11-16°C (valor máximo en marzo a 15°C), y los mínimos en agosto-septiembre (28°C), la puesta ocurre de febrero a finales de mayo (12-20°C), encontrándose las mayores concentraciones de larvas en el plancton durante el mes de junio y principios de julio (STRIL, ROCAMORA Y CANO, 1992) cuando las concentraciones de clorofila a son más altas, por lo que dispondrán de suficiente alimento para su desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELLÁN MARTÍNEZ, E., GARCÍA ALCAZAR, A., PÉREZ CAMACHO, A. Y GARCÍA GARCÍA, B., 1989. Reproductive cycle of oyster *Ostrea edulis* L. in Mar Menor (S. E. Spain). *Aquaculture, A Biotechnology in Progress*, 279-286.
- ACOSTA, C., HERRERO, C., GUERRA, A., FABREGAS, J. Y MONTES, J., 1987. Estudio de la mortalidad, ciclo gametogénico y composición corporal en dos poblaciones de ostra plana (*Ostrea edulis* L.) cultivadas en dos rías gallegas. *Iberus*, 7 (1): 41-54.
- ADACHI, K., 1979. Seasonal changes of the protein level in the adductor muscle of the clam, *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve), with reference to the reproductive seasons. *Comparative Biochemical Physiology*, 64: 85-89.
- AFNOR, 1972. Determination des matières en suspension. Norme Experimentale T90-105. En: APHA-AWWA-WPCF (Ed). *Standard methods for examination of water and wastewater*. 15ª ed, American Publication Health Association, Washington DC, 1134 pp.
- ANDREU, B., 1968. Pesquería y cultivo de mejillones y ostras en España. *Publicación Técnica Junta Estudios Pesca*, 7: 303-320.
- ANSELL, A. D., LOOSMORE, F. A. Y LANDER, K. F., 1964. Studies on the hard-shell clam, *Venus mercenaria*, in the British waters. II. Seasonal cycle in condition and biochemical composition. *Journal applied Ecology*, 1: 83-95.
- BARBER, B. L. Y BLAKE, N. B., 1981. Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 52: 121-134.
- BAYNE, B. L. Y NEWELL, R. C., 1983. Physiological energetics of marine molluscs. En: A. S. M. Saleuddin y K. M. Wilbur (Ed.). *The Mollusca*, 4. Academic Press, New York, pp. 407-515.
- BENINGER, P. G. Y LUCAS, A., 1984. Seasonal variation in condition, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve). *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 79: 19-37.

- BEUKEMA, J. J. Y DE BRUIN, W., 1979. Calorific values of soft parts of the tellinid bivalve *Macoma balthica* (L.) as determined by two methods. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 37: 19-30.
- BRADSTREET, R. B., 1965. *The Kjeldahl method for Organic Nitrogen*. Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, 239 pp.
- CANO, J., ROCAMORA, J., ROSIQUE, M. J. Y GARCÍA GARCÍA, B., 1991. Dinámica de la población de ostra plana *Ostrea edulis* L. en el Mar Menor (SE. España). *Estudio del Bentos Marino. Publicación Especial Instituto Español Oceanografía*, 11: 147-151.
- COSTA MUNIZ, E., ABDALLA JACOB, S. Y HELM, M. M., 1986. Condition index and biochemical composition of *Crassostrea brasiliensis* and *Crassostrea gigas* grown in Cabo Frio, Brazil. *Aquaculture*, 59: 235-250.
- CRESPO, C. Y ESPINOSA, J., 1990. Reservas bioenergéticas en *Mytilus*: estrategia celular. *Monografías da Universidade de Santiago de Compostela*, 156.
- ENGLER, R. M., 1950. A comparative study of oyster condition. *Science*, 109: 593.
- FERNÁNDEZ CASTRO, N. Y VIDO DE MATTIO, N., 1987. Biochemical composition, condition index and energy value of *Ostrea puelchana* (D'Orbigny): relationship with the reproductive cycle. *Journal Experimental Marine Biology Ecology*, 108: 113-126.
- FOLCH, J., LEES, M. Y SLOANE-STANLEY, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal Biology Chemical*, 222: 497-509.
- GABBOTT, P. A., 1976. Energy metabolism. En Bayne, B. L. (Ed.): *Marine Mussels*. Cambridge University Press, Cambridge, 293-355.
- GABBOTT, P. A., 1983. Developmental and seasonal metabolic activities in marine molluscs. En Hochachka, P. W. (Ed.): *The Mollusca: Environmental biochemistry and physiology*, vol. 2. Academic Press, Cambridge, 121-206.
- GABBOTT, P. A. Y BAYNE, B. L., 1973. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* L. *Journal Marine Biological Association of the United Kingdom*, 53: 269-286.
- GARCÍA GARCÍA, B., PÉREZ CAMACHO, A., ABELLÁN MARTÍNEZ, E. Y GARCÍA ALCÁZAR, A., 1989. Stock assessment and distribution of the European flat oyster, *Ostrea edulis* L., in the Mar Menor (Murcia, SE of Spain). *Aquaculture, A Biotechnology in Progress*, 307-317.
- GARCÍA GARCÍA, B., VIZUETE, F., MARTÍNEZ BAÑO, P., BERMÚDEZ, L. Y FARACO, F., 1990. Índices de condición y ciclo gametogénico de ostra plana (*Ostrea edulis*, L.) en el Mar Menor (Murcia, S. E. España). En Landín, A. y A. Cerviño (Ed.): *Actas III Congreso Nacional de Acuicultura*, 409-414.
- GIESE, A. C., 1969. A new approach to the biochemical composition of the mollusc body. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, 7: 175-229.
- HOLLAND, D. L. Y SPENCER, B. E., 1973. Biochemical changes in fed and starved oyster, *Ostrea edulis* L., during larval development, metamorphosis, early spat growth. *Journal Marine Biological Association of the United Kingdom*, 53: 287-298.
- HOLLAND, D. L. Y HANNAT, P. J., 1974. Biochemical changes during growth of the spat of the oyster, *Ostrea edulis* L. *Journal Marine Biological Association United Kingdom*, 54: 1007-1016.
- KORRINGA, P., 1976. *Farming the flat oysters of the genus Ostrea*. Elsevier, Amsterdam, 238 pg.
- LEONARD, V. K., 1969. Seasonal gonadal changes in two bivalve mollusks in Tomale Bay, California. *The Veliger*, 11 (4): 382-390.
- LUBET, P., 1976. Ecophysiologie de la reproduction chez les mollusques lamellicornes. *Haliotis*, 7: 49-55.
- MANN, R. Y GLOMB, S. J., 1978. The effects of temperature on growth and ammonia excretion of the Manila clam *Tapes japonica*. *Estuarine Coastal Marine Science*, 6: 335-339.
- MARTEIL, L., 1976. La conchyliculture française, 2e partie: Biologie de l'huître et de la moule. *Reveau Travaux Institute Pêches Maritimes*, 40 (2): 125-320.
- MARTÍNEZ, D., MOSQUERA, G., RUIZ, C. S., SÁNCHEZ, J. L. Y ABAD, M., 1990. Relación entre alimento disponible, índice de condición y desarrollo gametogénico de *Ostrea edulis* L. En Landín, A. y A. Cerviño (Ed.): *Actas III Congreso Nacional de Acuicultura*, 415-420.
- NOGUEIRA, J., 1981. *Relación de los índices de condición y el ciclo biológico en Mytilus edulis*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela.
- PERDUE, J. A. Y ERIKSON, G., 1984. A comparison of the gametogenic cycle between the Pacific oyster *Crassostrea gigas* and the Suminoe oyster *Crassostrea rivularis* in Washington State. *Aquaculture*, 37: 231-237.
- ROSIQUE, M. J., GARCÍA GARCÍA, B., CANO, J. Y ROCAMORA, J., 1991. Evolución de la distribución espacio-temporal de la población de ostra plana *Ostrea edulis* L. en el Mar Menor (SE. España). *Estudio del Bentos Marino. Publicación Especial Instituto Español Oceanografía*, 11: 147-151.
- ROMÁN, G., 1992. Efecto del ciclo reproductivo y el acondicionamiento en el desarrollo larvario, la fijación y el posterior crecimiento de la semilla de *Ostrea edulis* Linné 1758. *Publicaciones Especiales, Instituto Español de Oceanografía*, 9: 172 pp.

- RUIZ, C., MARTÍNEZ, D., MOSQUERA, G., ABAD, M. Y SÁNCHEZ, J. L., 1992. Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibrao (Galicia, Spain). *Marine Biology*, 112: 67-74.
- SASTRY, A. N., 1975. Physiology and ecology of reproduction in marine invertebrates. En Vernberg, F. J. (Ed.): *Physiological Ecology of Estuarine Organisms*. University of South Carolina Press, Columbia S. C., 279-299.
- SHAW, W. N., 1961. Index of condition and percent solids for raft grown oysters in Massachusetts. *Process Natural Shellfish Association*, 52: 47-52.
- SCOR/UNESCO, 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea water. *Monographs on oceanographic methodology*, 1: 69 pp.
- SONIAT, T. M. Y RAY, S. M., 1985. Relationships between possible available food and the composition, condition and reproductive state of oyster from Galveston Bay, Texas. *Contribution in Marine Science*. 28: 109-121.
- SPHIGEL, M., 1989. Gametogenic of the european flat oyster (*Ostrea edulis*) and the pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in warm water in Israel. *Aquaculture*, 80: 343-349.
- STRIL, J. M., ROCAMORA, J. Y CANO, J., 1992. Determination de la periode de captage de naissain d'huitre plate (*Ostrea edulis*) en Mer Menor (Murcia- S. E. de l'Espagne). *Bordeaux Aquaculture 1992*.
- TAYLOR, A. C. Y VENN, T. L., 1979. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissue of the queen scallop *Chlamys opercularis*, from the Clyde sea area. *Journal Marine Biological Association of the United Kingdom*, 59: 605-621.
- VELDHUIJZEN, J. P. Y DOCTERUM, J. P., 1975. Incorporation of C14 glucose in the polysaccharides of various body part of the pond snail *Lymnaea stagnalis*, as affected by starvation. *Netherlands Journal Zoology*, 25 (3): 247-260.
- WALNE, P. R., 1970. The seasonal variation of meat and glycogen content of seven populations of oysters *Ostrea edulis* L. and a review of the literature. *Fisheries Investigation Series*, 2: 26 (3).
- WALNE, P. R. Y MANN, R., 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. En Barnes, H. (Ed.): *Proceeding 9th European marine biology Symposium*, Aberdeen Univ. Press., 587-607.
- WILSON, J. H. Y SIMONS, J., 1985. Gametogenesis and breeding of *Ostrea edulis* on the west coast of Ireland. *Aquaculture*, 46: 307-321.
- WHYTE, J. N. C., ENGLAR, J. R. Y CARSWHEEL, B. L., 1990. Biochemical composition and energy reserves in *Crassostrea gigas* exposed to different levels of nutrition. *Aquaculture*, 90: 157-172.

Recibido el 6-VI-1994
Aceptado el 10-IV-1995